



## インタビュー Interview

日本インシチュフォーム協会設立40周年 インタビュー①

## 管更生のパイオニア、次のステージへ

日本インシチュフォーム協会 磯部 悦四郎会長

(日鉄パイプライン&amp;エンジニアリング 水道パイプライン事業ユニット 副ユニット長)



1971年に英国で発明された世界最古の管更生技術「インシチュフォーム工法」。国内では1986年の初採用から歩みを重ね、日本インシチュフォーム協会が今年、設立40周年を迎えた。4月に就任した磯部悦四郎会長は「この工法の価値をもっと多くの現場に届けたい」との思いを新たに、開発中の光硬化システム「LEADライナー工法」に手応えを見せている。パイオニアとしての40年と、その先の展望を聞いた。

## ■世界初・日本最古の更生工法

—まず、協会と工法の歴史から。

インシチュフォーム（INS）工法は1971年にエリック・ウッド氏が発明した、世界で最初の管更生技術です。日本国内ではインシチュフォーム・グループ社（Insituform Group Limited）から技術導入を受け、86年に越谷市の雨水排水管で初め

て採用されました。ほぼ同時期に手掛けた成田での新東京国際空港公団（当時）発注の工事は、口径1200～1500mmと規模が大きく、業界に大きなインパクトを与えたと聞いています。

翌1987年には、新日本製鐵（現・日鉄パイプライン&エンジニアリング）や公清企業などが中心となって日本インシチュフォーム協会を設立しました。設立当時の会員は8社でしたが、その後さまざまな工法が生まれ、今も名を連ねているのはこの2社だけです。これは業界が著しく拡大した結果でもあると捉えています。

—水道分野への展開は。

1988年には横須賀市で水道管の更生に採用されています。下水での初採用からわずか2年後のことで、早い時期から圧力管である水道にも適用してきたのは一つのトピックだと思います。

水道は水質基準や内圧管への対応といった品質面での要求性能が高く、樹脂のハンドリングも難しい分野です。当時は新日鐵化学（現・日鉄ケミカル&マテリアル）との共同開発など試行錯誤を重ねました。海外からも「よくやっているね」と言われるほど、日本の圧力管対応は進んでいます。

## 工法と協会の沿革

|       |                                                      |
|-------|------------------------------------------------------|
| 1971年 | イギリスのエリック・ウッド氏が水反転による更生工法を発明、ロンドンの下水道管で世界初採用         |
| 1985年 | インシチュフォーム・グループ社から日本へ技術導入                             |
| 1986年 | 埼玉県越谷市内の下水道管で日本初採用                                   |
| 1987年 | 日本インシチュフォーム協会設立（会長会社：新日本製鐵（現・日鉄パイプライン&エンジニアリング））     |
| 1988年 | 神奈川県横須賀市内の水道管で日本初採用                                  |
| 1991年 | 日本下水道事業団 民間開発技術審査証明（現・日本下水道新技術機構 建設技術審査証明）を取得（INS-S） |
| 1996年 | 上工農水向け高内圧対応型（INS-PL）導入                               |
| 1997年 | 外圧強化型（INS-RL）導入                                      |
| 2006年 | 空気反転/蒸気硬化、引込み/蒸気硬化新工法導入                              |
| 2015年 | 高強度ガラスライナー（INS-GL）開発                                 |
| 2017年 | 高内圧型ライナー（INS-HPL）開発                                  |
| 2026年 | 日本インシチュフォーム協会設立40周年                                  |

## ■差別化のカギは「水反転」と適用範囲

—INS工法ならではの特長は。

今や管更生工法にも数多くの工法がある中で、水を用いた反転工法はINS工法の特長です。水圧でライナーバッグを押していく水反転は、長距離や高低差、伏越し・曲がり箇所への対応に柔軟性があります。また複数のライナー（更生材）を使い分けることで、下水だけでなく、圧力管である上水、農業用水、工業用水にも適用できる幅広さも強みです。

—ライナーにはどんな種類があるのか。

主に3種類を適材適所で使い分けています。自立管設計に必要な耐荷性能を有する「高強度ガラスライナー」（INS-GL）は、既設管と同等以上の性能や耐震性を求める日本仕様として開発したもので、厚みが標準型の半分ほどしかなく、通水断面を確保できるのも大きな利点です。自然流下の下水道など、主に自立性能を重視する箇所に特化した設計となっています。

一方、上水道のように高い内圧を受け止める圧力管路には、標準型にガラス繊維を補強し、耐圧性能を高めた「高内圧型ライナー」（INS-HPL）を用います。もう一つが標準型となる不織布主体の

「スタンダードライナー」（INS-S）で、既設管に体力が残っている場合の浸入水対策や赤水対策など、主に補修用途で使用します。

## ■次なる目標 地域展開の強化

—協会として、現状における課題は。

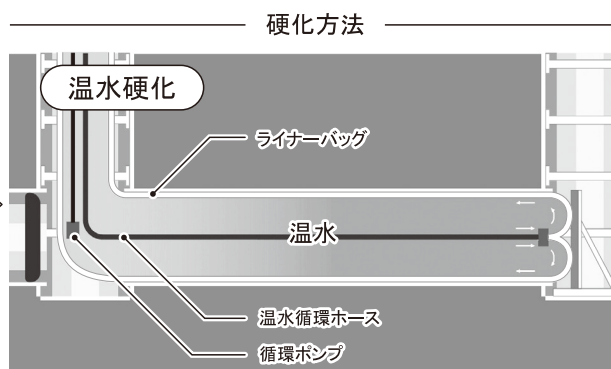
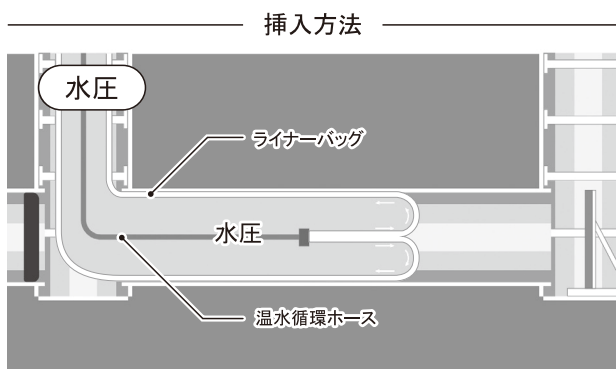
今年3月末時点の会員数は172社となっており、毎年平均5社ほどのペースで増えています。ただ、地域によって会員の広がり方にはばらつきがあり、政令指定都市などの大都市圏では、案件の獲得や工事の中心を担う施工会員（同時点で32社）を増やしていく余地があるとみています。技術力には自信がある分、この工法の価値をより多くの地域に届けたいという思いを一層強くしています。

—改善に向けた取り組みは。

営業体制を見直し、これまで一元的だったものを地域ごとに担当を置く形に変更しました。各地域の協会理事会社が主体的に動けるよう、営業活動の仕組みの見直しも議論し始めています。設備投資のハードルもあるので、新規参入のフォローも考えながら、施工会員の加入に注力したいと考えています。

INS工法における挿入方法と硬化方法の組み合わせ

|      | 反転工法           |     |    | 形成（引込み）工法 |
|------|----------------|-----|----|-----------|
| 挿入方法 | 水圧             | 空気圧 |    | 引込み       |
| 硬化方法 | 温水             | 蒸気  | 温水 | 蒸気        |
| 特長   | 曲管・長延長を含む管路に優位 |     |    | 直線・短延長に優位 |



水を用いた反転工法のイメージ

**高強度ガラスライナー INS-GL**

(High Strength Glass Lining) [Ⅱ類認定資器材登録品]

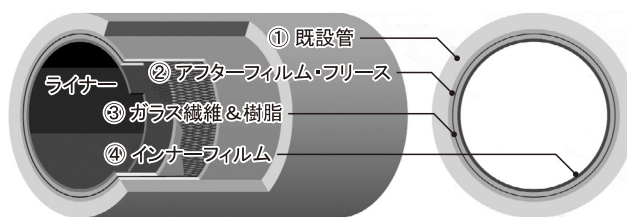
下水・工水・農水向け

耐荷強度が求められる場合に適用

対応内圧: 自然流下

口 径: 150~1200mm

板 厚: 3~13mm

**高内圧型ライナー INS-HPL**

(High Pressure Lining)

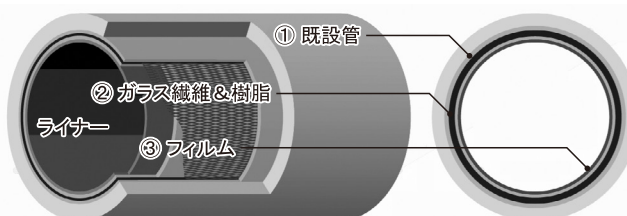
上水・下水・工水・農水向け

特に内圧が高く耐荷強度が求められる場合に適用

対応内圧: 1.38MPa

口 径: 200~1500mm

板 厚: 5~23mm

**スタンダードライナー INS-S**

(Insituform Standard Lining)

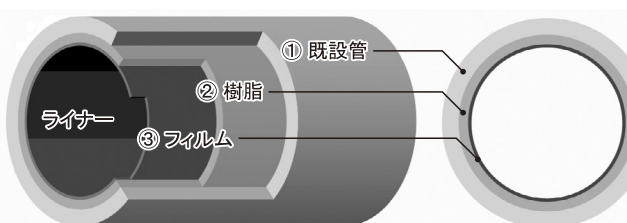
上水・下水・工水・農水向け

既設管の腐食防止、クラック等の補修、強度回復が可能

対応内圧: 自然流下/低圧

形状・口径: 円形/非円形, 100~1650mm(それ以上も検討可)

板 厚: 4.5~69mm



主なライナーのラインアップ

**■光硬化システム「LEADライナー工法」****—新技術の開発状況を。**

既存のINS工法は温水または蒸気による熱硬化システムを採っていますが、現在、採用が増えていく光硬化システムの開発に取り組んでいます。使用する光源の「LED」に、業界をリードしていく「Advance」の「A」を加えた「LEADライナー工法」と名付けまして、基礎実験を終えて実用化に向けた最終段階にきています。日本下水道新技術機構の審査証明にもエントリーしており、近いうちに詳細を披露できる見込みです。

**—他工法の光硬化技術とは異なるのか。**

大きな特徴は、一般的に採用されているメタルハライドランプ（UV方式）ではなく、長寿命で環境負荷低減に寄与するLED光源を採用する点です。ライナー自体は従来と変わらず、含浸させる樹脂が熱硬化性か光硬化性かの差になります。

光硬化システムの設備はコンパクトなので、設置・撤去の作業性が向上し、ダウンタイムの短縮も期待できます。さらに、膨らませて固める前に管内を目視できる点も、品質管理の面で有効だと

考えています。本工法は日本独自開発で、海外からも高い評価を受けております。

**■官民連携に期待、水道でも拡大を****—最後に、今後の活動方針について。**

まず、引き続き展示会への出展やデモ施工を通じて工法の認知度を高め、新規会員の獲得を進めます。その一方で、施工品質を安定させるため、施工教育研修制度を新たに構築する予定です。更新講習の頻度などは検討中ですが、研修による事故防止と品質確保にしっかり取り組んでいく考えです。

また近年では、官民連携の一つの形として、更新・更生を含めた管路関連の業務を包括的に民間委託するケースが見受けられます。ウォーターPPPをはじめ、発注形態の変化は一つのチャンスとして注目しています。

水道分野に関しては、国土交通省が水道管向け更生工法のガイドライン化を検討する動きが出てきているので、これに協会としても対応していきます。上・工・農・下水で培ってきた技術と実績を生かし、工法の知名度をもっともっと高めていきたいですね。



## インタビュー Interview

日本インシチュフォーム協会設立40周年 インタビュー②

## 55年の実証が語る、管更生の価値



デック・ダウニー氏（元・国際非開削技術協会会長）

日本にインシチュフォーム工法が技術導入されたのは1985年のこと。初期のプロジェクトをインシチュフォーム・グループ社の技術者として支えたのが、後に国際非開削技術協会（ISTT）会長を務めたデック・ダウニー氏だ。日本インシチュフォーム協会（INS協会）の磯部悦四郎会長が聞き手となり、日本の現場での思い出から、施工から55年を経た世界初の更生管の現状、更生工法を取り巻く潮流までを聞いた。

## ■成田、築地 日本の現場で見たもの

磯部 インシチュフォーム（INS）工法が日本に導入された当時のことから伺います。思い出や苦労されたエピソードがあればお聞かせください。

ダウニー 私は1986年にインシチュフォーム・グループ社（Insituform Group Limited、IGL社）に入社し、技術センターや研究開発プログラム、試験室業務、ライセンス（技術供与先）への技術研修・技術支援を担当するマネージャーを務めました。89年にはアジア太平洋地域での市場開発と技術供与先支援の責任者に就いたのですが、その背景には日本のパイプメーカーと仕事をした経験や、設立間もない日本非開削技術協会（JSTT）とのつながりがありました。再び日本で仕事ができることになり、本当にうれしかったです。

当時進行していた代表的なプロジェクトの一つが、三菱建設による成田空港の大口径下水道管の更生工事でした。大半が滑走路の下を横断するため、空港の運航に影響を与えないよう、作業できるのは夜間だけ。深夜から明け方にかけて注水し、水温を上げても一晩では硬化が完了せず、二晩かけるのが通例でした。難易度は高いものの、実に

素晴らしいプロジェクトでしたね。入国審査を終えた途端、新東京国際空港公団（当時）との打ち合わせに向かったのも懐かしい思い出です。

そして何より、非常にうまく運んだこの工事が日本国外に向けた先進事例となりました。成田に続いて、米国のシカゴをはじめ欧米の主要な空港で大口径管の更生工事が相次いだのです。日本の現場が世界への道を開いたと言えます。

その後、築地市場での管更生工事にも立ち会い、厳しい時間的制約の中で驚くほど効率的に作業を進める日本の施工技術者の姿に深い感銘を受けました。いずれも卓越した施工管理能力と規律を実感させられる経験でした。

## ■55年で劣化なし ハックニーの実証

磯部 INS工法の最も古い実績は、1971年に施工されたロンドン・ハックニー地区での下水道管の更生工事です。55年が経過した現在も良好な性能を維持しているそうですね。

ダウニー 前提として、この工法の性能に関する検証は、英国のコベントリー大学と水研究センター（WRC）の初期の研究に支えられています。両者

の役割は、18世紀にオイラーが提唱した座屈理論を基礎に、ライナーの座屈性能を解析・評価することでした。

IGL社は両機関の指導のもと、100件を超える試験を行いました。陶管やコンクリート管の中で硬化させたライナーには、地下水圧が長期間作用するとクリープ（長期変形）が生じ、最終的に破壊に至る可能性があります。その挙動の把握が目的でした。

繰り返しの実験によって設計式と物性試験方法が確立され、その成果をもとにWRCが設計手法を策定・公表しました。これにより、ライナーに一定の強度と柔軟性を持たせ、施工後50年間にわたって地下水圧に耐えられるよう、安全率を見込んだ厚さを設計できるようになったわけです。この設計手法は各国で修正を加えられながら採用され、管路に作用する交通荷重や土圧も考慮するような形に進化していきました。

磯部 ハックニーの下水道管についても、継続的な調査を行ったと伺いました。

ダウニー 1991年と2001年に、IGL社と、ロンドンの下水道を管理しているテムズ・ウォーター社が共同でサンプルを切り出しました。私たちの研究開発チームが試料を採取し、専門の材料試験機関に提出して、地下水圧を20年間、30年間受け続けたライナーの曲げ強度と曲げ弾性係数を測定したのです。結果は非常に良好で、強度特性は新設時とほぼ同等、性能の劣化は認められませんでした。

この管路は幅750mm、高さ1100mm程度と人が入れる寸法のため、近年は年に一度ほど、技術者が目視で点検する形をとっています。施工50年を機に再度のサンプル採取も打診したのですが、テムズ・ウォーター社の答えは「問題があると思えないので、その必要はない」というものでした。良好な状態が当然のこととして受け止められている。その事実こそが、工法の信頼性を物語っていると思います。

磯部 長期にわたって性能を保てる理由をどう見ていますか。

ダウニー それは設計が徹底して安全側に立った、保守的なものだからです。ライナーの厚さは、大きな安全率を見込んだうえで、最悪の荷重が常時作用し続ける前提で決めています。実際には地下水圧も交通荷重も時々刻々と変動しますから、実環境は設計条件よりはるかに緩い。問題が生じるとすれば施工後の24時間以内、1週間持てば50年先まで持つというのが私たちの理解です。

2012年には、米国環境保護庁（EPA）が現場硬化型管更生工法（CIPP）を回顧し、評価をまとめた報告書を公表しました。私も執筆に携わり、各国の下水道事業者に長期的な使用実績を調査したのですが、いずれもその性能を高く評価していました。なお、デンマークなどでは、50年ではなく100年を設計耐用年数として採用しています。

## ■低炭素という価値 開削比85～90%減

磯部 ISTT会長として世界各国の管更生工法をご覧になってきたと思います。あらためて、CIPPの強みはどこにあるとお考えですか。

ダウニー 信頼性、耐久性、経済性、そして温室効果ガス（GHG）排出量が極めて少ないことだと考えます。英国のバーミンガム大学や米国の複数の大学が開発した「カーボン・カリキュレーター」によると、現場硬化型の管更生は、開削による更新と比べてCO<sub>2</sub>排出量を85～90%削減することが可能です。この試算結果は工法の有効性を裏付ける資料として広く活用されており、工法選定における極めて大きな決定要因となっています。

適用範囲の広さも見逃せません。下水道管だけでなく、水道管や熱導管、その他の圧力管など、多様な埋設管路に適用できます。実際のところ、1980年頃までは施工実績のおよそ半分が工業用途で、現在も耐薬品性や耐熱性が求められる広範な分野で使われています。

## ■災害復旧への適用に期待

磯部 日本における今後の非開削技術について、

どのような見通しや期待をお持ちですか。

ダウニー ヨーロッパでは、CIPPによる工事のうち約7割を紫外線による光硬化が占めるようになりました。この技術は1980年代半ば、IGL社とスウェーデンのインパイプ社が、それぞれ別のアプローチで並行して開発したものです。私たちは水圧反転・温水硬化の延長で、水中に光源を入れる方式を試みたのですが、当初はランプが破裂してしまい、この問題を解決するまでに数年を要しました。

今では日本やオーストラリアなどで光硬化が定着した印象があります。信頼性が高く、適用範囲も広がっていますので、今後も普及が進んでいくことでしょう。

また、地震などの災害で被害を受けた管路の復旧手段として、柔軟性のあるライナーシステムの利用が拡大することに期待しています。日本にとって地震対応は、世界で最も豊富な経験を持つとともに最大の課題でもありますから、技術面の難易度は高いものの、社会的に強く求められている分野だと思います。

1980年代、黎明期にあった国際No-Dig会議では、日本の技術者がマイクロトンネル工法やCIPP、スパイラル工法を世界に紹介し、非開削技術の発展を大きく牽引しました。とりわけ遠山啓氏（建設省下水道部長、日本下水道事業団理事長を経てJSTT初代会長。故人）は、ISTT創設期の会長として卓越したリーダーシップを発揮され、世界中の技術者に非開削技術の価値を認識させた存在です。私自身にとっても大きな尊敬の対象であり、その後を引き継いで会長を務めたことを光栄に思っています。

もっとも、優れた指導者の成功は、多くの熱意ある技術者が理念を受け継ぎ実践したからこそ実現したものです。その意味でも、日本から新しい技術と高い技術水準が発信され続けることを大いに期待しています。

## ■技術移転を通じた国際貢献を

磯部 日本の非開削技術やノウハウが、海外の水インフラ整備に貢献できる余地はあるでしょうか。ダウニー IGL社を退職した後、国際協力銀行（JBIC）が資金を拠出したインドのヤムナ・アクション・プランに東京設計事務所とともに携わり、デリー水道局の下水道幹線の更新にCIPPを提案しました。これをきっかけに、インドでは独自の非開削技術団体が設立され、現在では多くの都市で更生工事が実施されています。

目的を明確にした技術協力は、関係するすべての人々に利益をもたらし、技術力の向上に長期的な効果を残します。その意味で、日本のコンサルタントや政府系援助機関が関与するプロジェクトについてもっと学びたいですし、将来的にはISTTとの連携の可能性も探りたい。そうした取り組みが実現すれば、上下水道事業者、コンサルタント、施工会社が一体となって、より多くの技術と知識を移転することができるはずです。

磯部 40周年を迎えた当協会としても、実証に裏付けられたこの工法の価値を、より多くの現場に届けていきたいと考えています。本日はありがとうございました。



INS工法の国内導入期からダウニー氏と親交のある高崎正宣氏（後列左、INS協会事務次長・技術委員）と竹内貴司氏（同右、日鉄パイプライン＆エンジニアリング顧問）も収録に同席した